



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY

DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

ŘÍZENÍ VRTAČKY - INOVACE LABORATORNÍCH ÚLOH

INOVATION OF DRILL MODEL DESIGN AND CONTROL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jiří Czipšer

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Václav Kaczmarczyk, Ph.D.

BRNO 2017

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor **Automatizační a měřicí technika**

Ústav automatizace a měřicí techniky

Student: Jiří Czipszer

ID: 174271

Ročník: 3

Akademický rok: 2016/17

NÁZEV TÉMATU:

Řízení vrtačky - inovace laboratorních úloh

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Po HW i SW stránce proveďte inovaci laboratorní úlohy a dvou příslušejících modelů.

1. Zadokumentujte HW modulů prostřednictvím aplikace EPLAN či jiné vhodné aplikace.
2. Implementujte vzorovou úlohu v jazycích LAD, STL a GRAPH v prostředí Step7.
3. Vytvořte vizualizaci pomocí SW WinCC.
4. Zadokumentujte vzorovou úlohu tak, aby se mohla stát součástí návodů do cvičení, vytvořte vzorový protokol.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Štohl, R.; Pásek, J.: Programovatelné automaty -Laboratorní cvičení

Termín zadání: 6.2.2017

Termín odevzdání: 29.5.2017

Vedoucí práce: Ing. Václav Kaczmarczyk, Ph.D.

Konzultant:

doc. Ing. Václav Jirsík, CSc.
předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce bylo provést hardwarovou inovaci laboratorní úlohy Vrtačka předmětu Programovatelné automaty Vysokého učení technického v Brně. Inovaci zadání úlohy, pro její následné implementování do laboratorních skript. K tomuto zadání vytvořit vzorových programů v jazycích používaných v tomto předmětu, protokolů vhodných pro odevzdání a následnou ukázkou studentům a také vytvoření vizualizace.

Klíčová slova

PLC, Simatic S7-300, Step7, WinCC, EAGLE, BPGA inovace zapojení, vizualizace.

Abstract

The objective of this bachelor thesis was to make hardware innovation laboratory task Driller subject Programmable Automation Controllers Technical University in Brno. Innovation of task assignment, for its subsequent implementation into laboratory scripts. For this assignment, create sample programs in the languages used in this subject, protocols suitable for submission and subsequent demonstration to students, as well as visualization.

Keywords

PLC, Simatic S7-300, Step7, WinCC, EAGLE, BPGA innovations connection, visualization.

Bibliografická citace:

CZIPSZER, J. *Řízení vrtačky - Inovace laboratorní úlohy*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2017. 47s.
Vedoucí práce: Ing. Václav Kaczmarczyk, Ph.D.

Prohlášení

„Prohlašuji, že svou závěrečnou práci na téma Řízení vrtačky - Inovace laboratorní úlohy jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího *bakalářské* práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené závěrečné práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této závěrečné práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících, autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně dne **29. května 2017**

.....
podpis autora

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce, panu Ing. Václavovi Kaczmarczykovi, Ph.D., za odborné vedení, konzultace, trpělivost a podmětné návrhy k bakalářské práci. Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Miroslavovi Jirglovi, Ph.D. za pomoc a cenné rady, které mi pomohli k dokončení této bakalářské práce.

V Brně dne **29. května 2017**

.....
podpis autora

Obsah

1	Úvod	12
1.1	Stručný popis práce	12
2	Použité PLC a software	13
2.1	PLC Siemens SIMATIC S7-300	13
2.1.1	Rozdělení CPU	13
2.1.2	Rozšiřující moduly	14
2.1.3	Rozšiřující moduly v laboratoři	14
2.2	Popis použitého softwaru	15
2.2.1	STEP7	15
2.2.2	WinCC flexible	16
2.2.3	EAGLE	17
3	HW inovace laboratorního modelu	18
3.1	Laboratorní model Vrtačky	18
3.1.1	Zdroj	18
3.1.2	Ovládací deska	19
3.1.3	Magnetický jazýčkový snímač	20
3.1.4	Mechanický koncový mikrospínač	20
3.1.5	DC motory	21
3.1.6	Tlačítka, kontrolky a spínač	21
3.2	Dokumentace zapojení modelu	21
3.2.1	Schéma zapojení ovládací karty	22
3.2.2	Zapojení ovládací karty a svorkovnice	22
3.2.3	Zapojení konektoru pro propojení s PLC	25
3.2.4	Zapojení ovládacího panelu	26
3.2.5	Zapojení přípravků na vrtačce	27
3.3	HW inovace modelu	28
3.3.1	Popis ovládací karty	28
3.3.2	Svorkovnice	28
3.3.3	Plastové žlaby	29
3.3.4	Kontrolky	30
4	SW inovace laboratorního modelu	31
4.1	Vzorové zadání laboratorní úlohy	31
4.1.1	Zadání	31
4.1.2	Seznam vstupů a výstupů:	33
4.1.3	Vzorový protokol	33
4.2	SW inovace úlohy	34
4.2.1	Stavový automat	34

4.2.2	Symbolické proměnné	35
4.2.3	Programové inovace	36
4.3	Vizualizace	39
4.3.1	Tagy vizualizace:	39
4.3.2	Popis vizualizace	40
5	Závěr	43
	Literatura	44
	Seznam symbolů, veličin a zkratk.....	45
	Seznam příloh	46
A	Obsah přiloženého CD.....	47

Seznam obrázků

Obrázek 2.1: Možné provedení PLC SIMATIC S7-300 [1].....	13
Obrázek 2.2: HW konfigurace PLC.....	15
Obrázek 2.3: Simatic Manager.....	16
Obrázek 2.4: WinCC flexible.....	16
Obrázek 2.5: Editor schémat v EAGLE	17
Obrázek 3.1: Náhled na laboratorní model Vrtačky	18
Obrázek 3.2: Zdroj BKE JS-30-240/DIN [5]	19
Obrázek 3.3: Rozmístění součástek desky.....	19
Obrázek 3.4: Jazyčkový senzor MEDER MK471B s magnetem MM4 [6]	20
Obrázek 3.5: Mikrospínač ZIPPY SM-05S [7]	20
Obrázek 3.6: Stejnoseměrný motor od firmy Mega Motor	21
Obrázek 3.7: Schéma zapojení ovládací desky.....	22
Obrázek 3.8: Zapojení ovládací karty a svorkovnice.....	24
Obrázek 3.9: Zapojení konektoru pro propojení s PLC	25
Obrázek 3.10: Zapojení ovládacího panelu	26
Obrázek 3.11: Zapojení přípravků na vrtačce.....	27
Obrázek 3.12: Ovládací karta zapojená a popsaná.....	28
Obrázek 3.13: Svorkovnice.....	29
Obrázek 3.14: Celkový pohled na zapojení	29
Obrázek 3.15: Pohled na Ovládací panel.....	30
Obrázek 4.1: Laboratorní model vrtačky s popisem	32
Obrázek 4.2: Stavový automat	34
Obrázek 4.3: Symbolická tabulka programu v LAD	35
Obrázek 4.4: Stav S3 - Čeka obrobek.....	36
Obrázek 4.5: Stav S4 - Varování.....	37
Obrázek 4.6: Stav S5 - Malý obrobek.....	37
Obrázek 4.7: Stav S0 - Zastavení.....	38
Obrázek 4.8: Programová část bloku OB100.....	38
Obrázek 4.9: Programová část bloku OB35	39
Obrázek 4.10: Tabulka tagů k vizualizaci	40
Obrázek 4.11: Vizualizace modelu stolní vrtačky.....	41
Obrázek 4.12: Indikace obrobků vizualizace.....	41
Obrázek 4.13: Náhled na ovládací panel vizualizace.....	42

Seznam tabulek

Tabulka 3.1: Popis jednotlivých kabelů Ovládací desky	23
Tabulka 4.1: Vrtačka - seznam vstupů	33
Tabulka 4.2: Vrtačka - seznam výstupů	33

1 ÚVOD

Cílem této bakalářské práce bylo provést hardwarovou a softwarovou inovaci laboratorní úlohy Vrtačka z bakalářského předmětu Programovatelné automaty, neboli BPGA, Vysokého učení technického v Brně, Fakulty elektrotechniky a komunikačních technologií. Na základě spolupráce s vedoucím práce byly konkretizovány cíle tohoto projektu a díky poskytnutí potřebného technického vybavení mohlo dojít k požadovaným inovacím.

Hlavním cílem této práce byla právě hardwarová inovace laboratorních modelů Vrtaček, čímž bylo myšleno revize zapojení a případná výměna zničených nebo poškozených součástí modelu. K tomu samozřejmě vytvořit dostatečnou dokumentaci, která u modelu doposud chyběla, pro budoucí zásahy.

Softwarovou inovací bylo myšleno vytvoření nového vzorového zadání pro tuto úlohu a na tohle zadání vytvořit programy v odpovídající kvalitě. Následně na tyto programy vytvořit dokumentaci formou školního protokolu, které by sloužili jako vzory pro budoucí studenty. Další částí softwarových inovací je vizualizace celého laboratorního modelu.

1.1 Stručný popis práce

Celá dokumentace je strukturovaná do pěti kapitol. Pomineme-li, že se právě nacházíme v první kapitole, tak v této kapitole se nachází rozbor zadání. Druhá kapitola obsahuje teoretické informace o aktuálně využívaném od firmy Siemens a také základní informace o využitém softwaru. Ve třetí kapitole najdete informace o laboratorním modelu Vrtačky, především o použitém hardwaru a jeho významu v modelu. Také zde najdeme dokumentaci zapojení celého modelu a popis inovací přidaných do zapojení. Obsahem čtvrté kapitoly je nové zadání laboratorní úlohy, ukázka programových inovací modelu a vizualizace celého modelu. Poslední kapitola se zabývá zhodnocením bakalářské práce a jejích výstupů.

2 POUŽITÉ PLC A SOFTWARE

2.1 PLC Siemens SIMATIC S7-300

Programovatelný automat Siemens SIMATIC S7-300, který je aktuálně používán pro provoz laboratorního modelu mého projektu, je nejprodávanějším řídicím systémem z široké nabídky firmy Siemens. Je určen pro realizaci rozmanitých automatizačních úloh středního rozsahu. Poskytuje univerzální automatizační platformu pro systémová řešení s hlavním důrazem na výrobní technologii [1].



Obrázek 2.1: Možné provedení PLC SIMATIC S7-300 [1]

Programovatelný automat této třídy lze konfigurovat jako centralizovaný, kdy je třeba respektovat určitá základní pravidla, nebo jako distribuovaný (decentralizovaný) s využitím jednotek ET 200 a průmyslových sběrníkových systémů (PROFIBUS, PROFINET) [3].

Celý řídicí systém je tvořen zdrojem napájení a sestavou přídatných karet (modulů), které doplňují jednotku CPU [3].

2.1.1 Rozdělení CPU

Jádrem řídicího systému řady S7-300 je jednotka CPU, která zpracovává uživatelský program. Dle různých požadavků aplikace si uživatel může vybrat z následujících typů CPU [2].

- **Standardní CPU:** V kategorii standardních CPU lze volit z několika typů. Všechny jednotky jsou standardně osazeny programovacím a komunikačními rozhraními MPI, v některých je zabudováno i rozhraní PROFIBUS (typy 315-2DP, 317-2DP, 318-2DP) [2].
- **Kompaktní CPU:** Jako kompaktní se označují CPU doplněné digitálními a analogovými V/V a nejčastěji vyžadovanými základními technologickými

funkcemi jako rychlé čítání, měření frekvence, polohování a PID regulace [2].

- **Bezpečností CPU:** Bezpečnostní systémy se používají všude tam, kde je třeba zajistit co nejvyšší stupeň bezpečnosti obsluhy, výrobního zařízení či okolního prostředí. Hlavním znakem je spojení standardní provozní automatizace a bezpečnostní techniky do jediného systému. To znamená, že po síti PROFIBUS-DP probíhá mezi centrálním řídicím systémem a distribuovanými moduly V/V nejen „běžná“ komunikace, ale také bezpečnostně orientovaná komunikace (použití profilu Profisafe) a není nutná žádná samostatná bezpečnostní komunikační linka [2].
- **Technologické CPU:** V technologickém CPU jsou přímo začleněny výkonné technologické funkce a funkce pro řízení polohy a pohybu. Je navržena pro dynamické řízení pohybu v několika osách současně. Přeprogramované funkce pro řízení pohybu podle standardu vydaného organizací PLCopen, integrované V/V, izochronní režim sběrnice PROFIBUS-DP – to vše přispívá k pohodlnému a flexibilnímu řízení pohybu současně v několika osách [2].

2.1.2 Rozšiřující moduly

Všechny moduly lze jednoduše instalovat na profilovou lištu. K dispozici je široká paleta různých modulů, které umožňují vytvořit potřebnou konfiguraci a optimálně přizpůsobit požadavkům řízeného procesu či technologie. Jmenovitě se jedná o tyto moduly [3]:

- **Signálové moduly (SM)** - DI/DO, AI/AO pro všechny typy běžných procesních signálů (včetně Ex -> provedení pro výbušná prostředí)
- **Moduly rozhraní (IM):** pro víceřadá uspořádání
- **Funkční moduly (FM):** pro zpracování komplexních nebo časově kritických procesů nezávisle na CPU, např. rychlé čítání, měření frekvence, polohování, PID algoritmy
- **Komunikační procesory (CP):** zprostředkovávají propojení různých sběrnicevých systémů nebo spojení s dalšími přístroji sériovou linkou

2.1.3 Rozšiřující moduly v laboratoři

Na obrázku (Obrázek 2.2) je zobrazená hardwarová konfigurace systému PLC, na které běží všechny stanoviště v laboratoři. Z tohoto obrázku je patrné, že celý systém je složen z pěti modulů, zdroje napájení a CPU. Na první slot je zapojen napájecí zdroj, který mění síťových 230V na 24V DC/5 A, druhý slot je obsazen

CPU. Od čtvrtého slotu jsou zapojeny rozšiřující moduly v daném pořadí analogové vstupy, výstupy, digitální vstupy, výstupy a komunikační modul.

Slot	Module	Order number	Firmware	MPI address	I address	Q address
1	PS 307 5A	6ES7 307-1EA00-0AA0				
2	CPU 315F-2 DP	6ES7 315-6FF01-0AB0	V2.0	2		
3	DP				204...279	
4	AI6x12Bit	6ES7 336-1HE00-0AB0			8...23	8...11
5	AO4x12Bit	6ES7 332-5HD01-0AB0				272...279
6	DI24xDC24V	6ES7 326-1BK00-0AB0			24...33	24...27
7	DO16xDC24V/2A	6ES7 326-2BF01-0AB0			40...45	40...47
8	CP 343-1 Advanced	6GK7 343-1GX21-0XE0	V1.0	3	448...463	448...463
9						
10						
11						

Obrázek 2.2: HW konfigurace PLC

2.2 Popis použitého softwaru

Při práci na mé bakalářské práci jsem se dostal do styku se třemi rozdílnými programy. Dva z těchto programů byly právě od firmy Siemens, jeden sloužil ke správnému naprogramování systému PLC, STEP7, a druhý zase k vytvoření potřebné vizualizace, WinCC flexible.

Třetí z těchto programů, aktuálně od firmy Autodesk EAGLE, mi pomohl vytvořit dokumentaci elektrického zapojení, i když tento program k tomuto účelu není přímo určen. Tento program také sloužil jako jednodušší náhrada programu EPLAN, ve které se měla dokumentace elektrického zapojení prvně dělat, k tomuto rozhodnutí došlo po konzultaci s vedoucím práce.

Jelikož pro práci na programech od firmy Siemens jsou potřeba licence, přístup k nim mi byl umožněn ve školní laboratoři. Na rozdíl program EAGLE umožňuje veřejnosti stáhnutí jeho free verze, která je sice omezena, ale pro moji práci s ním, mi stačila.

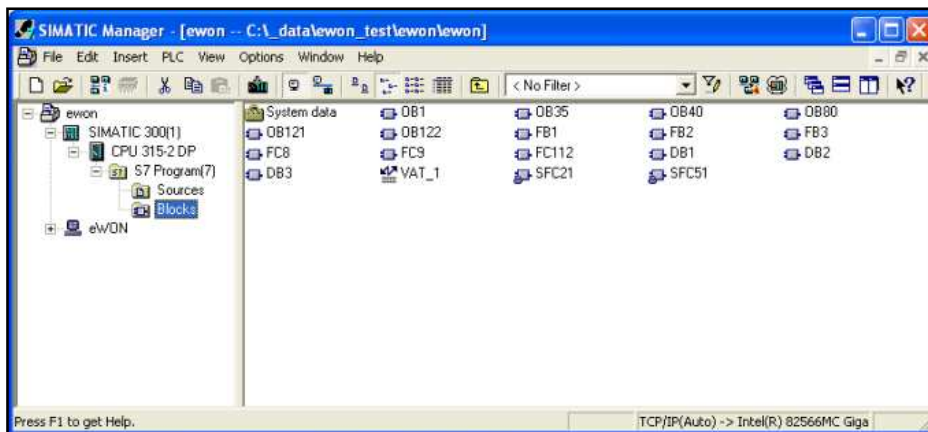
2.2.1 STEP7

STEP 7 tvoří základní software pro konfiguraci a programování SIMATIC řídicích systémů. Obsahuje výkonné nástroje a funkce pro řadu úloh spojených s automatizačními projekty. Nabízí uživatelsky příjemný způsob práce ve všech fázích vývoje projektu, jakými jsou obvykle konfigurace a parametrizování hardwaru, definování komunikace, programování, testování a oživování projektu, servis, správa dokumentace a archivování, provozní a diagnostické funkce [8].

Program STEP7 obsahuje především prostředí Simatic Manager, programový editor, editor symboliky pro správu globálních proměnných, nástroj

pro konfiguraci hardwaru, diagnostiku hardwaru a program NetPro pro nastavení datových spojení přes MPI nebo PROFIBUS [8].

Mezi mnou nejčastěji používané součásti programu STEP7 patřili Simatic Manager, který jsem využíval jako hlavní prostředí, a programový editor.

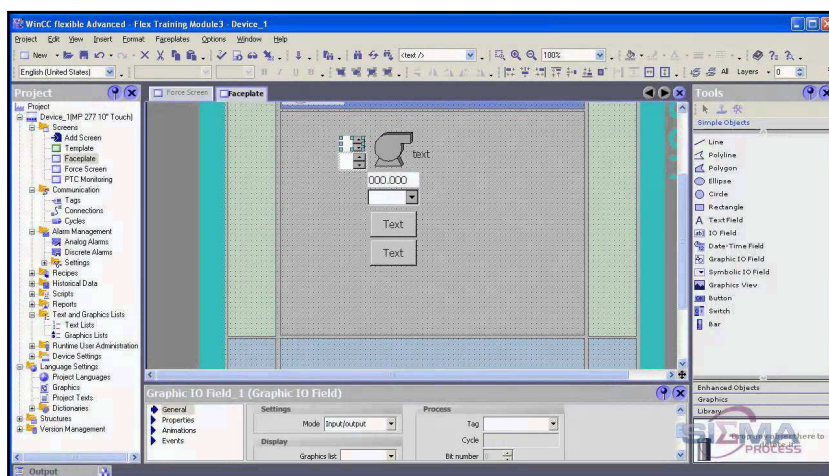


Obrázek 2.3: Simatic Manager

2.2.2 WinCC flexible

Software WinCC flexible vznikl v roce 2004 a již od svého počátku slouží k vytváření vizualizačních projektů pro celé spektrum Siemens ovládacích panelů. V současné době je na trhu k dispozici verze 2008, která se svými parametry a funkcemi dostává na špičku mezi podobnými aplikacemi [9].

Hlavní výhodou programu WinCC je zpětná kompatibilita s programem STEP7, kde se přes programové rozhraní daného programu připojíte na již vytvořený program a následné změny se provádí v obou programech najednou. Malou nevýhodou je, že pro správnou činnost je potřeba mít spuštěné oba programy.



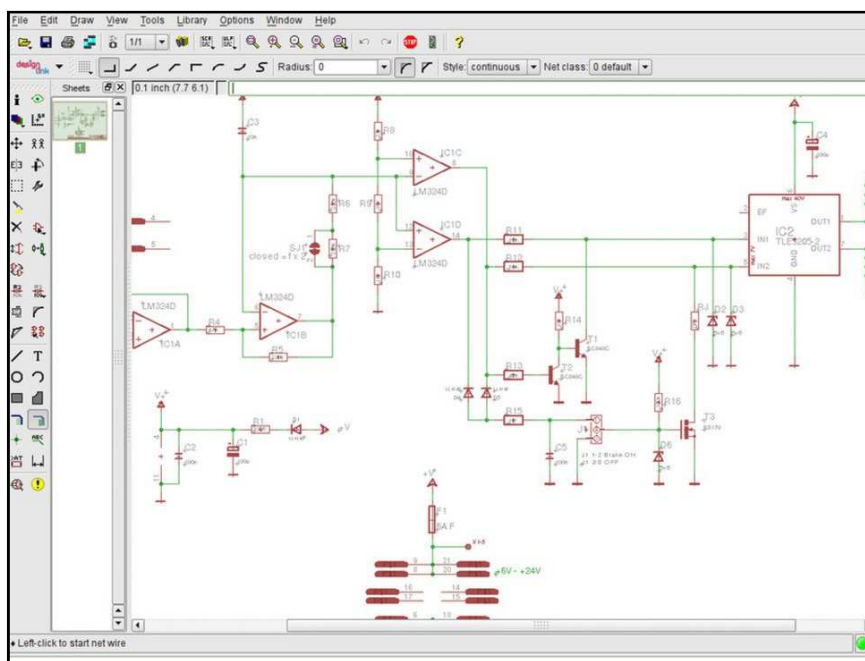
Obrázek 2.4: WinCC flexible

2.2.3 EAGLE

Tento program je především určen pro navrhování plošných spojů, proto dělat v něm dokumentaci elektrického zapojení laboratorního modelu je nezvyklé, ale v závislosti na jeho jednoduchost a snadnou obstaratelnost jsem se rozhodl ho využít.

Filozofii tohoto návrhového systému je založena na třech vzájemně propojených základních modulech: editor schémat (Schematic), editor desek (Board) a modul Autorouter. Součástí editoru schémat a desek je editor knihoven (Library) [10].

Z těchto tří hlavních modulů jsem využíval ke své práci jen editor schémat, což je ucelený balík nástrojů pro návrh elektronických schémat. Soubory mají příponu *.sch*. V omezené verzi umožňuje vytvořit pouze jeden list schématu, což pro mé využití naprosto vyhovovalo. Při návrhu schématu editor využívá knihovnu součástek. Po nakreslení schématu editor také umožňuje vytlačit výkresovou dokumentaci, generovat seznam součástek (tzv. netlist) a kontrolu správnosti zapojení ERC [10].

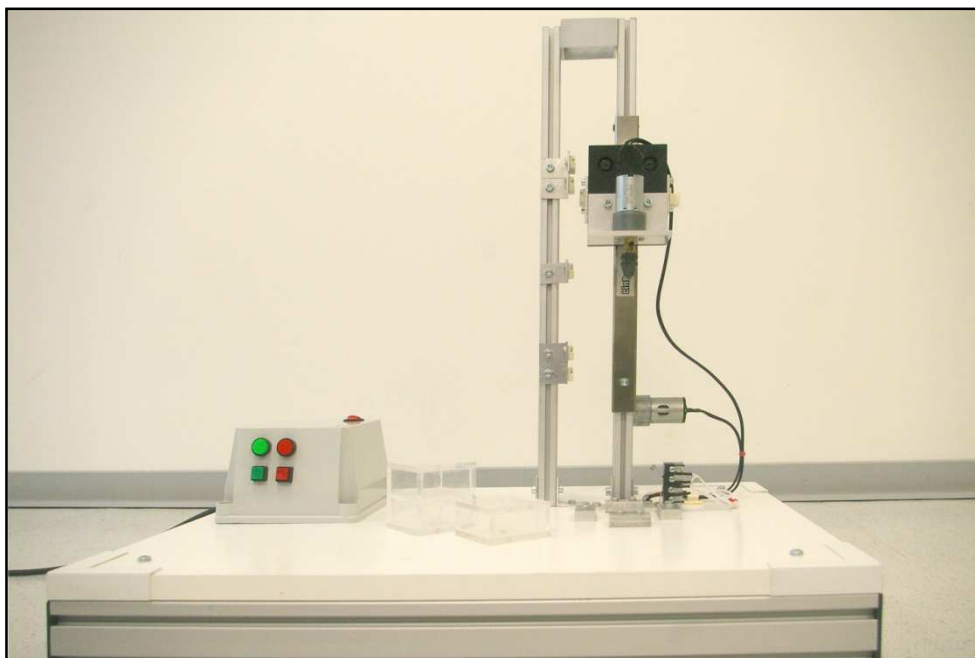


Obrázek 2.5: Editor schémat v EAGLE

3 HW INOVACE LABORATORNÍHO MODELU

3.1 Laboratorní model Vrtačky

Laboratorní model Vrtačky (Obrázek 3.1), kterého se týká velká část této bakalářské práce, by měl v laboratorních podmínkách simulovat automatickou průmyslovou vrtačku na obrobky. V této simulaci se po studentovi chce, aby pomocí systému PLC SIMATIC S7-300 naprogramoval její chování pro určité stavy, jako například pro vrtání velkého nebo malého obrobku, situaci přehřátí vrtačky, následné nutné chlazení a také indikaci těchto stavů pomocí kontrolky. Aby mohl tento model dané požadavky splňovat je opatřen nezbytnými elektrickými komponenty pro danou činnost.



Obrázek 3.1: Náhled na laboratorní model Vrtačky

3.1.1 Zdroj

Pro napájení modelu je použit spínaný napájecí zdroj AC/DC s maximálním výstupním výkonem 30 W, vysokou účinností a stabilizovaným výstupním napětím je určený pro napájení měřicích a řídicích systémů stejnosměrným napětím 24 V. Celý zdroj je napájen ze sítě 230V/50Hz a jeho provoz indikuje zelená LED. Vstupní svorky jsou jištěny pojistkou 1A/250V a výstupní svorky mají ochranu proti přetížení a zkratu. Zdroje je konstruován pro instalaci na DIN lištu DIN35 [5].

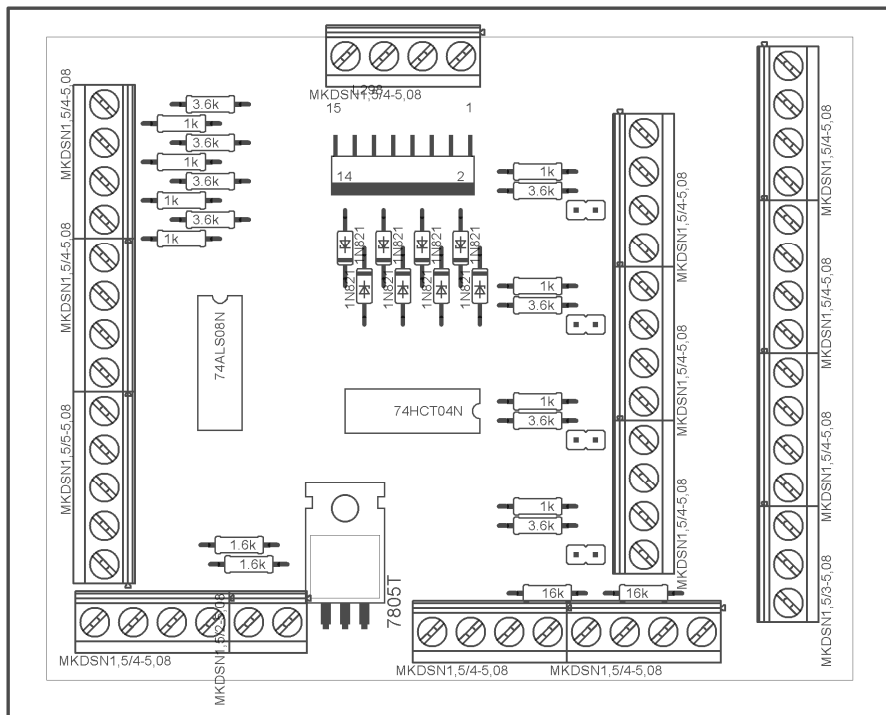
Tento zdroj je umístěn v krabičce, ovládací panel modelu, na kterém se nachází kontrolky a tlačítka.



Obrázek 3.2: Zdroj BKE JS-30-240/DIN [5]

3.1.2 Ovládací deska

Ovládací deska je srdcem celého modelu, jedná se o oboustranně vyleptanou plošnou desku, do které přichází všechny signály získané z elektrických komponentů laboratorního modelu a následně odchází do systému PLC. Z části také zodpovídá za bezpečnost modelu pomocí dvou integrovaných obvodů 74LS08 a 74HCT04, které zajišťují, aby se motory automaticky zastavily při dosáhnutí koncových snímačů. Také se zde nachází integrovaný obvod L298N, zajišťující správné řízení motorů v laboratorním modelu. Další součástka, která stojí za zmínku v ovládací desce, je stabilizátor (regulátor) pevného napětí KAI7805A, který z přivedeného stejnosměrného napětí 24 V udělá napětí 5 V.



Obrázek 3.3: Rozmístění součástek desky

3.1.3 Magnetický jazýčkový snímač

Magnetický koncový senzor s firemním označením MK471B, od firmy MEDER, funguje na principu jazýčkového magnetického senzoru. Skládá se ze dvou částí magnetu s označením MM4, který se upevňuje na pohyblivé části, a senzoru, který se upevní pomocí šroubů na pevnou nepohyblivou část.



Obrázek 3.4: Jazýčkový senzor MEDER MK471B s magnetem MM4 [6]

Tento snímač je v modelu použit na indikování pozice modelu vrtáku, to je docíleno třemi senzory umístěnými pod sebou s požadovaným rozestupem a jednoho magnetu umístěného na modelu vrtáku. Další dva senzory zajišťují indikaci zakázané polohy vrtáku a to tak, že jsou umístěny nad prvním a pod posledním senzorem polohy a v případě sepnutí se pohyb vrtáku automaticky vypne, čehož je docíleno pomocí ovládací desky.

3.1.4 Mechanický koncový mikrospínač

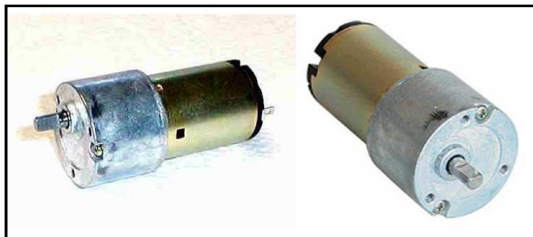
Tento mechanický koncový mikrospínač pracuje jako jednopólový přepínací ON-ON spínač, to znamená, že v každém jeho stavu je sepnutý aspoň jeden výstup. V laboratorním modelu jsou umístěny dva tyto mikrospínače, a to z důvodu indikace velkého nebo malého obrobku. Což je docíleno tak že mikrospínače jsou umístěny zrcadlově nad sebou a v případě umístění malého obrobku se sepne spodní mikrospínač a naopak v případě velkého obrobku se sepnou oba mikrospínače.



Obrázek 3.5: Mikrospínač ZIPPY SM-05S [7]

3.1.5 DC motory

V tomto laboratorním modelu se nachází dva stejnosměrné motory od Mega Motor, které jsou napájeny napětím 24 V. Jejich provozní napětí je 12 -30 V a mají celkovou převodovku s poměrem 1:20 tedy jeho otáčky jsou 190 otáček/min. První motor pohání vrták laboratorního modelu, jenž se pohybuje jedním směrem. Druhý motor naopak ovládá vertikální pohyb modelu vrtáku. U tohoto motoru už je potřeba měnit směr pohybu, což nám zajišťuje ovládací deska.



Obrázek 3.6: Stejnosměrný motor od firmy Mega Motor

3.1.6 Tlačítka, kontrolky a spínač

Jednopolová tlačítka typu P-PB303B jsou v laboratorním modelu dvakrát, napájena stejnosměrným napětím 24 V. Tlačítka se od sebe liší jen barvou (zelená, červená) a v laboratorním modelu mají činnost ovládacího charakteru např. spuštění, zastavení, chlazení.

Kontrolka, neboli signálka, typu HBS-AY-D se v laboratorním modelu nachází také dvakrát (zelená, červená). Tyto kontrolky provádí v laboratorním modelu informační činnost, a to tím, že pro každý stav je nastavena, pomocí systému PLC, jiná varianta rozsvícení či blikání.

Nakonec se v laboratorním modelu nachází kolébkový spínač s aretací P-R13112B AH, také znám jako MIRS-201, který v laboratorním modelu splňuje funkci vypínací, jelikož je připojen přímo na napájecí napětí zdroje.

3.2 Dokumentace zapojení modelu

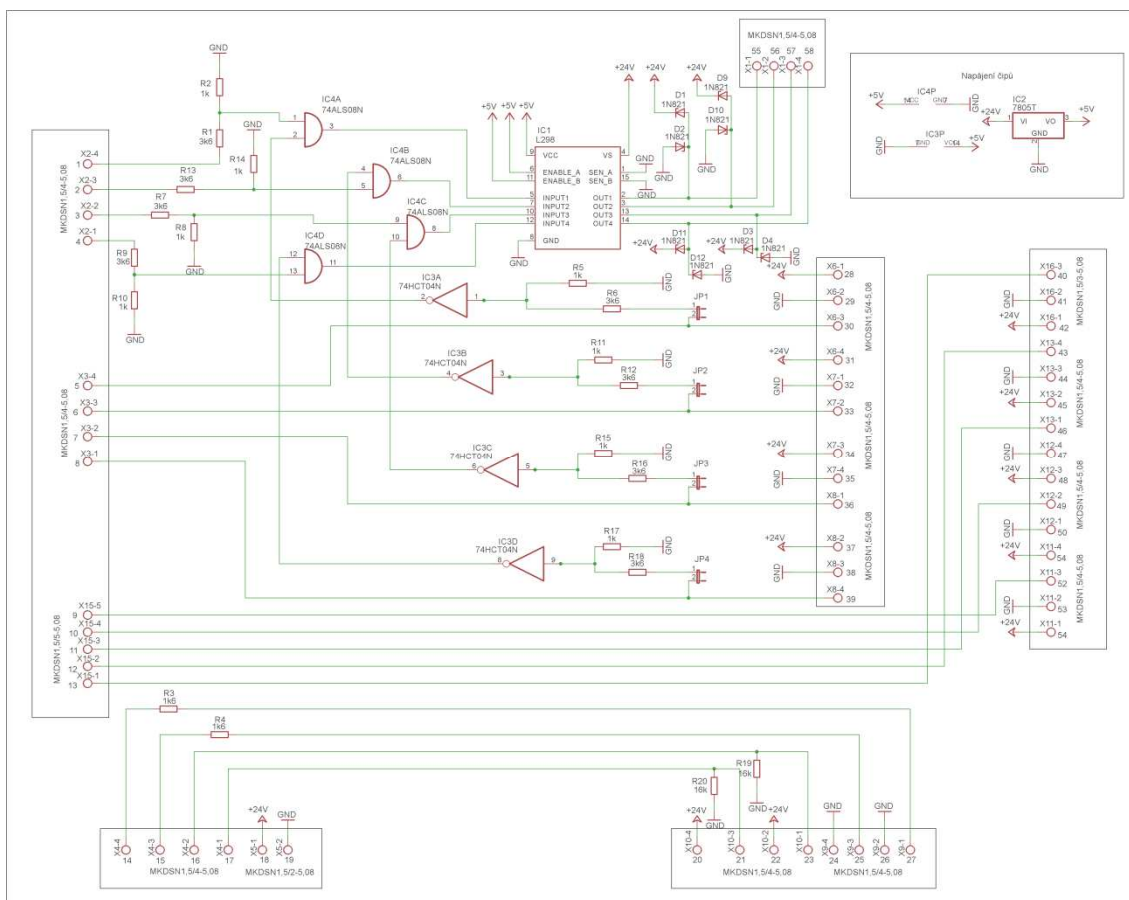
Jelikož jednou ze zadaných úloh této bakalářské práce bylo vytvořit dokumentaci k elektrickému zapojení, která doposud u modelu chyběla, což způsobovalo obtížnou opravu a případnou manipulaci. Tato kapitola se tímto problémem zabývá a v následujících podkapitolách si ukážeme celkové zapojení laboratorního modelu.

Celé zapojení je provedeno pomocí programu EAGLE a přítomné obrázky zapojení i s originálními soubory naleznete v příloženém CD.

3.2.1 Schéma zapojení ovládací karty

Schéma zapojení Ovládací desky byla doposud jediná dochovaná část dokumentace týkající se elektrického zapojení, bohužel její ztvárnění bylo velice nepřehledné a člověk pracující s touto dokumentací potřeboval značný zkušenost k zorientování v ní, proto jsem dané zapojení přetvořil do stávající podoby (Obrázek 3.7), která koresponduje se vzhledem skutečné Ovládací desky.

Na zapojení můžeme vidět přesné zapojení všech integrovaných obvodů popsaných výše.



Obrázek 3.7: Schéma zapojení ovládací desky

3.2.2 Zapojení ovládací karty a svorkovnice

Tato část zapojení je stěžejní částí celého laboratorního modelu. Je to především způsobeno Svorkovnicí, do které se musí připojit všech 25 pinů přívodní kabeláže a následně rozvést do Ovládací desky.

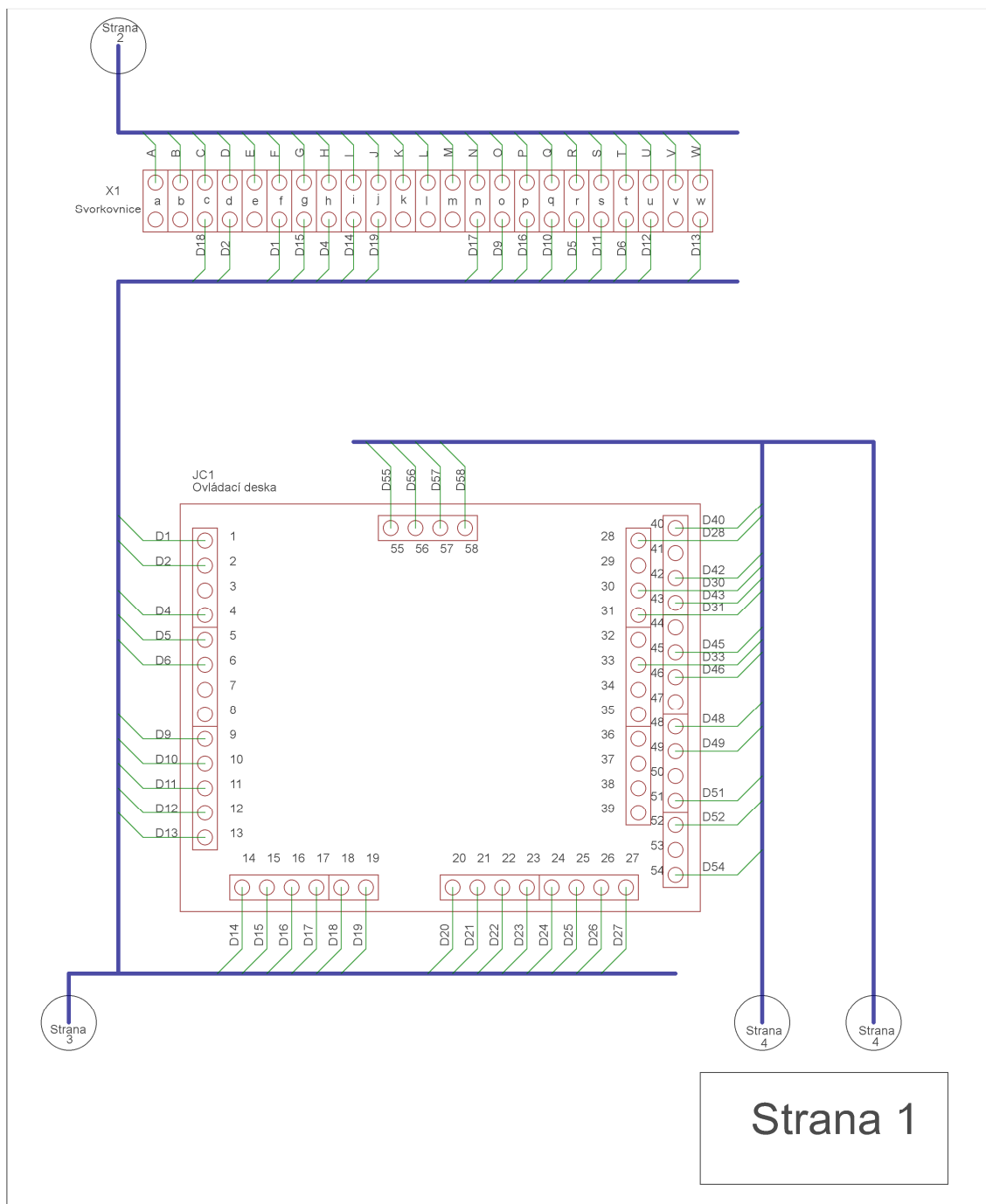
Na první pohled je patrné že jak Svorkovnice, tak Ovládací deska mají přesně daný popis konektorů, který je nutné dodržet pro správné zapojení. Kabeláž spojená s Ovládací desky má také označení, které souhlasí z označením daného

konektoru na Ovládací desce. Všechna kabeláž spojená s Ovládací deskou má ještě k tomu označení D, takže v konečném důsledku označení kabeláže je D XX, kde právě XX značí konektor, na který se má kabel připojit.

Popis využití jednotlivých kabelů, připojených k Ovládací desce, můžete najít v tabulce (Tabulka 3.1), kde popis využití koresponduje ze Symbolickými názvy použitými v programech.

Tabulka 3.1: Popis jednotlivých kabelů Ovládací desky

Označení	Vyvedení kabelu	Využití	Označení	Vyvedení kabelu	Využití
D01	Svorkovnice - f	Povel - dolu	D30	Strana 4	Doraz - dolni
D02	Svorkovnice - d	Povel - nahoru	D31	Strana 4	Doraz - horni
D03	-	-	D32	-	-
D04	Svorkovnice - h	Vrtani	D33	Strana 4	Doraz - horni
D05	Svorkovnice - r	Doraz - dolni	D34	-	-
D06	Svorkovnice - t	Doraz - horni	D35	-	-
D07	-	-	D36	-	-
D08	-	-	D37	-	-
D09	Svorkovnice - o	Poloha - horni	D38	-	-
D10	Svorkovnice - q	Poloha - stredni	D39	-	-
D11	Svorkovnice - s	Poloha - dolni	D40	Strana 4	Poloha - horni
D12	Svorkovnice - u	Obrobek - maly	D41	-	-
D13	Svorkovnice - w	Obrobek - velky	D42	Strana 4	Poloha - horni
D14	Svorkovnice - i	LED - zelena	D43	Strana 4	Poloha - stredni
D15	Svorkovnice - g	LED - cervena	D44	-	-
D16	Svorkovnice - p	Start	D45	Strana 4	Poloha - stredni
D17	Svorkovnice - n	Stop	D46	Strana 4	Poloha - dolni
D18	Svorkovnice - c	Napájení (-)	D47	-	-
D19	Svorkovnice - j	Napájení (+)	D48	Strana 4	Poloha - dolni
D20	Strana 3	LED - zelena	D49	Strana 4	Obrobek - maly
D21	Strana 3	LED - zelena	D50	-	-
D22	Strana 3	LED - cervena	D51	Strana 4	Obrobek - maly
D23	Strana 3	LED - cervena	D52	Strana 4	Obrobek - velky
D24	Strana 3	Start	D53	-	-
D25	Strana 3	Start	D54	Strana 4	Obrobek - velky
D26	Strana 3	Stop	D55	Strana 4	Vrtani
D27	Strana 3	Stop	D56	Strana 4	Vrtani
D28	Strana 4	Doraz - dolni	D57	Strana 4	Povel - nahoru
D29	-		D58	Strana 4	Povel - dolu

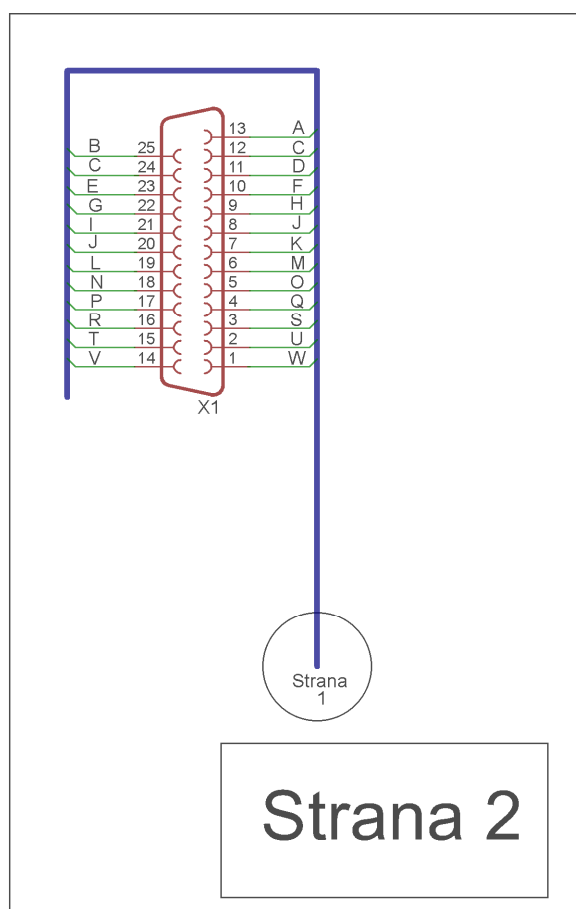


Obrázek 3.8: Zapojení ovládací karty a svorkovnice

3.2.3 Zapojení konektoru pro propojení s PLC

Zapojení konektoru CAN25 je jednou z jednodušších částí celého zapojení laboratorního modelu, je to způsobeno především tím, že v daném zapojení používáme plochý 25 žilový kabel a samořezný CAN konektor.

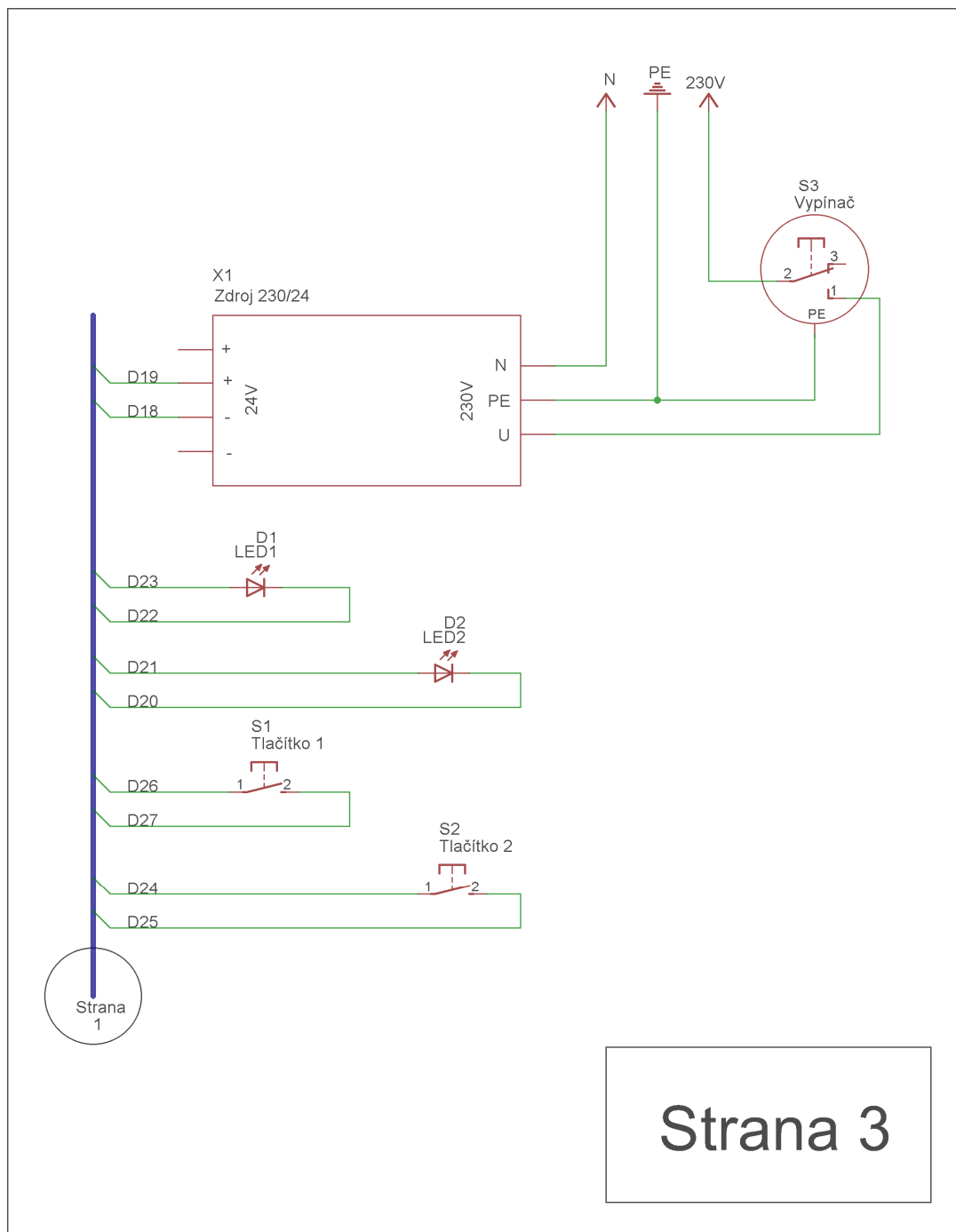
Zapojení se tedy provádí tím způsobem, že se zvolí referenční kabel, například na pinu 1, který by měl být podle obrázku (Obrázek 3.9) zapojen do svorkovnice na konektor s označením w, následně jen kabeláž přiložíme k samořeznému kabelu a přitiskneme protikus, tím je celé zapojení hotové. Kabely jsou totiž zapojeny do Svorkovnice postupně.



Obrázek 3.9: Zapojení konektoru pro propojení s PLC

3.2.4 Zapojení ovládacího panelu

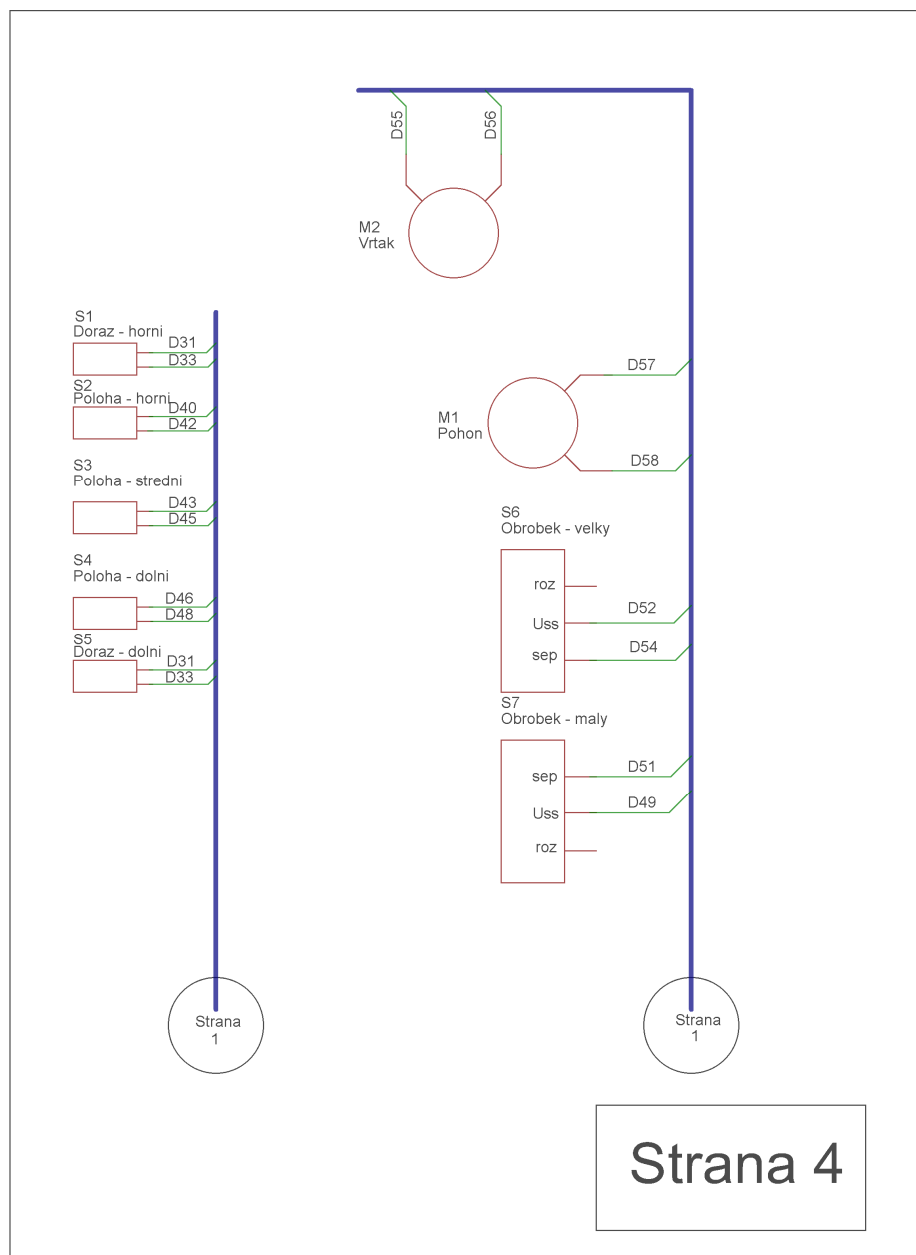
Kabeláž pro Ovládací panel je vyvedena otvorem v desce do platové krabičky, kde se nachází tlačítka, přepínač, zdroj a kontrolky. Toto zapojení lze vidět na obrázku (Obrázek 3.10), kde je patrné, že do Ovládacího panelu je přivedeno i síťové napětí 230 V, které se přes zdroj mění na 24 V a napájí celý laboratorní model.



Obrázek 3.10: Zapojení ovládacího panelu

3.2.5 Zapojení přípravků na vrtačce

Při zapojování přípravků na vrtačce je důležité dávat pozor především při zapojování motoru pro vertikální pohyb, kde když se prohodí přívodní kabely, prohodí se tím i adresy přiřazené v PLC. Dalším stěžemí věcí je zapojení mechanických koncových snímačů, které pracují ve dvou stavech, indikaci rozepnutého a sepnutého stavu. Pro naše zapojení potřebujeme dané snímače zapojit k indikaci sepnutého stavu, tedy přítomnost obrobku. Další prováděná zapojení nejsou pro popis důležitá, jelikož u nich nezáleží na fázi připojené kabeláže.



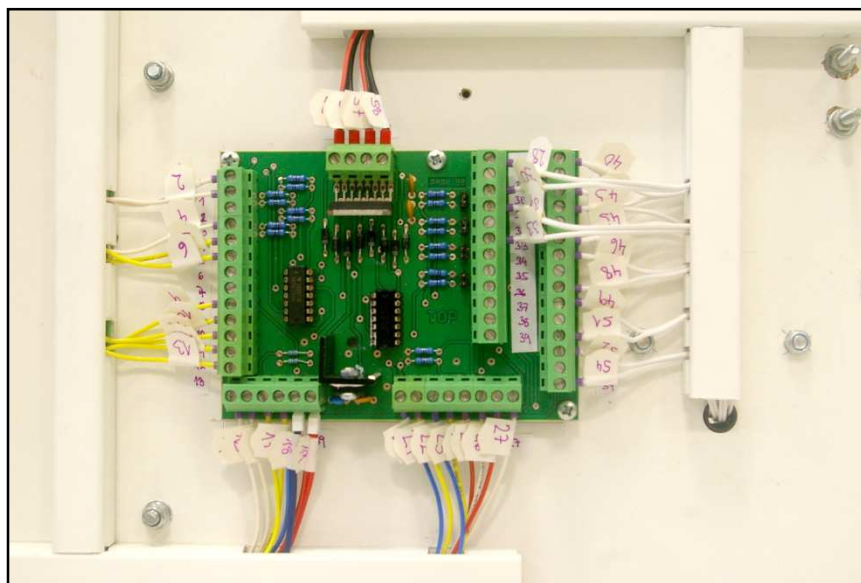
Obrázek 3.11: Zapojení přípravků na vrtačce

3.3 HW inovace modelu

Z pohledu na laboratorní modely Vrtaček bylo patrné, že žádný z modelů nefunguje 100%. Toto tvrzení bylo patrné jen z prohlédnutí ovládací desky, kde byly některé drátky odpojeny, a ovládacího panelu laboratorního modelu, ve kterém tehdy použité LED diody nefungovaly nebo úplně chyběly. Proto bylo rozhodnuto, že se celé elektrické zapojení laboratorního modelu udělá znovu, s několika inovacemi, aby se zabránilo vzniku stejných poruch, případně se zrychlilo jejich vyřešení, než jak tomu bylo doposud.

3.3.1 Popis ovládací karty

Jednou z častých poruch na tomto laboratorním modelu bylo odpojení drátu z kontaktu ovládací karty a následné obtížné zapojení kvůli chybějící elektrické dokumentaci. Tento problém se vyřešil použitím dutinek o správném průřezu a popis jednotlivých kontaktů a drátů čísly (Obrázek 3.12). Pokud se drátek nedopatřením odpojí, dozor jednoduše připojí drát s daným číslem na kontakt se stejným číslem. Číselný popis ovládací karty je v rozmezí od jedničky až do padesát osmičky.

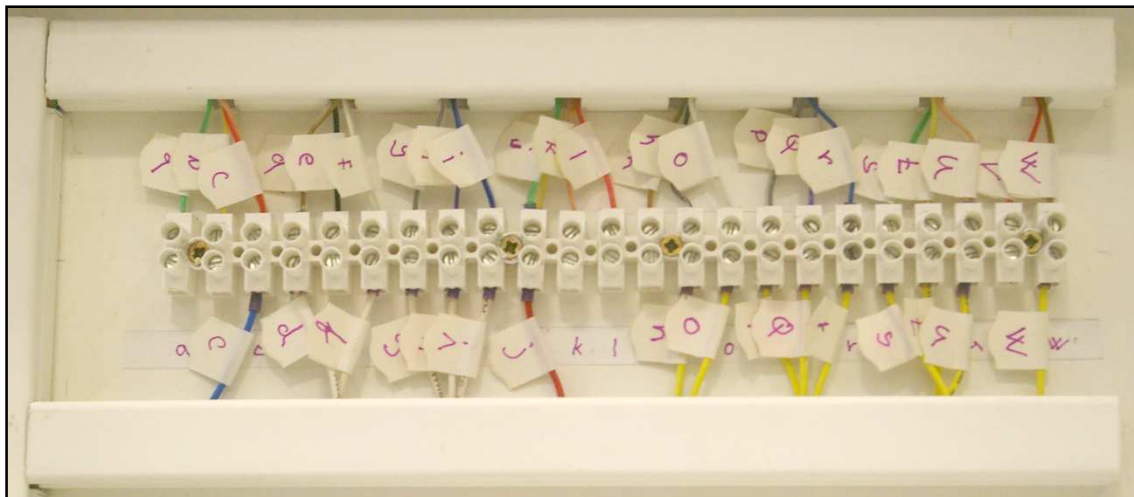


Obrázek 3.12: Ovládací karta zapojená a popsaná

3.3.2 Svorkovnice

Další inovací laboratorního modelu je svorkovnice, která propojuje přívod ze systému PLC a ovládací desku. Před touto inovací byla přívodní kabeláž připojena přímo k modelu, kde se v tomto případě stávalo zapojení nepřehledným, především ze dvou důvodů : na první pohled nešlo rozeznat, kam je který pin

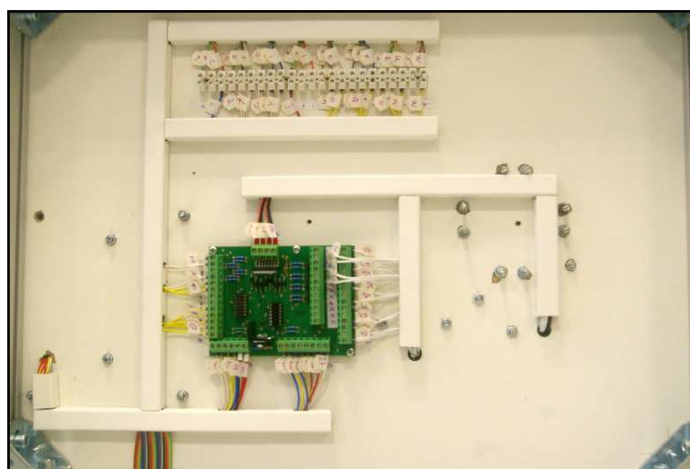
konektoru připojen, a také velká část konektorů nebyla připojena vůbec. Tento problém vyřešila přidaná svorkovnice, do níž jsou všechny kabely z PLC zapojeny a následně jsou vyvedeny jen potřebné kabely pro ovládací desku. Svorkovnice je popsána malými tiskacími písmeny patrnými na obrázku (Obrázek 3.13).



Obrázek 3.13: Svorkovnice

3.3.3 Plastové žlaby

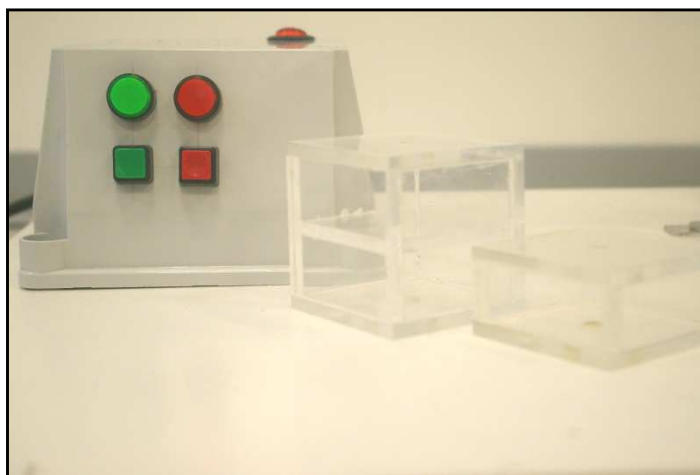
Využití plastových žlabů pro kabeláž laboratorního modelu jednak zpříjemní pohled na celé zapojení, ale také zabrání náhodnému vyškubnutí kabelu z konektoru ovládací desky. Jako žlaby pro laboratorní model se zvolila varianta telefonních lišt, to způsobilo jejich obtížnější instalaci především u bočních vývodů z lišt. Dalším problémem u této inovace byli krátká kabeláž magnetických koncových snímačů MEDER, které museli být prodlouženy pomocí přídavné kabeláže, aby mohli jít cestou přes plastové žlaby.



Obrázek 3.14: Celkový pohled na zapojení

3.3.4 Kontrolky

První inovací , na první pohled patrnou, je záměna LED diod za kontrolky (Obrázek 3.15). Tato inovace byla zapříčiněna jednodušší náhradou při poruše. Kde se v případě poruchy LED diod kontakt mezi diodou a příívodem z ovládací desky musel zapájet. U kontrolky je její přepojení jednodušší z důvodu využívání zásuvkového fastonu jako ve zbytku laboratorního modelu.



Obrázek 3.15: Pohled na Ovládací panel

4 SW INOVACE LABORATORNÍHO MODELU

4.1 Vzorové zadání laboratorní úlohy

Jelikož při mé práci s laboratorním modelem nedošlo k razantní změně jeho funkčnosti, nemohlo dojít ani k razantní změně v zadání. Provedené změny v zadání jsou tedy spíše kosmetické za využití mých malých zkušeností z průmyslové výroby.

V upraveném zadání jsem chtěl především poukázat na možnosti využití již přichystaných bloků OB od výrobce, jako například OB35 nebo OB100. Také jsem se snažil napsat zadání takovým způsobem, aby nemohlo dojít ke dvojímu výkladu a později případných problémům.

Celé zadání se pro jednodušší implementaci nachází v příloženém CD v příloze.

4.1.1 Zadání

Vrtáčka je určena pro vrtání velkých a malých obrobků, kde je-li přítomen obrobek (sepnut některý z čidel *Obrobek - velký* nebo *Obrobek - malý*), tak po stlačení tlačítka *Start* se model uvede do činnosti.

Činnost modelu je taková, že se sepne motor vrtání povel *Vrtani* a motor pro vertikální pohyb povel *Povel - dolu* a v případě že je-li přítomen:

- *Malý obrobek* (sepnuto čidlo *Obrobek - malý* a rozepnuté čidlo *Obrobek - velký*), kde jeho vrtání se provádí najednou, tedy do polohy *Poloha - dolní*.
- *Velký obrobek* (sepnutá čidla *Obrobek - malý* a *Obrobek - velký*), kde jeho vrtání se provádí nadvakrát, tedy do polohy *Poloha - střední*, poté se vrták vrátí zpět do pozice *Poloha - horní* a až následně do polohy *Poloha - dolní*. Při pohybu vrtáku je pořád sepnuto vrtání povel *Vrtani*.

Po dosažení polohy *Poloha - dolní*, se vrták vrátí do polohy *Poloha - horní*, už s vypnutým vrtáním (povel *Vrtani*), kde následně čeká na další povel/cyklus (výchozí poloha).

Při prvním zpuštění modelu se model automaticky dostane do výchozí polohy, kde čeká na povel/cyklus. *Pozn.: Zkuste využít organizačního bloku OB100.*

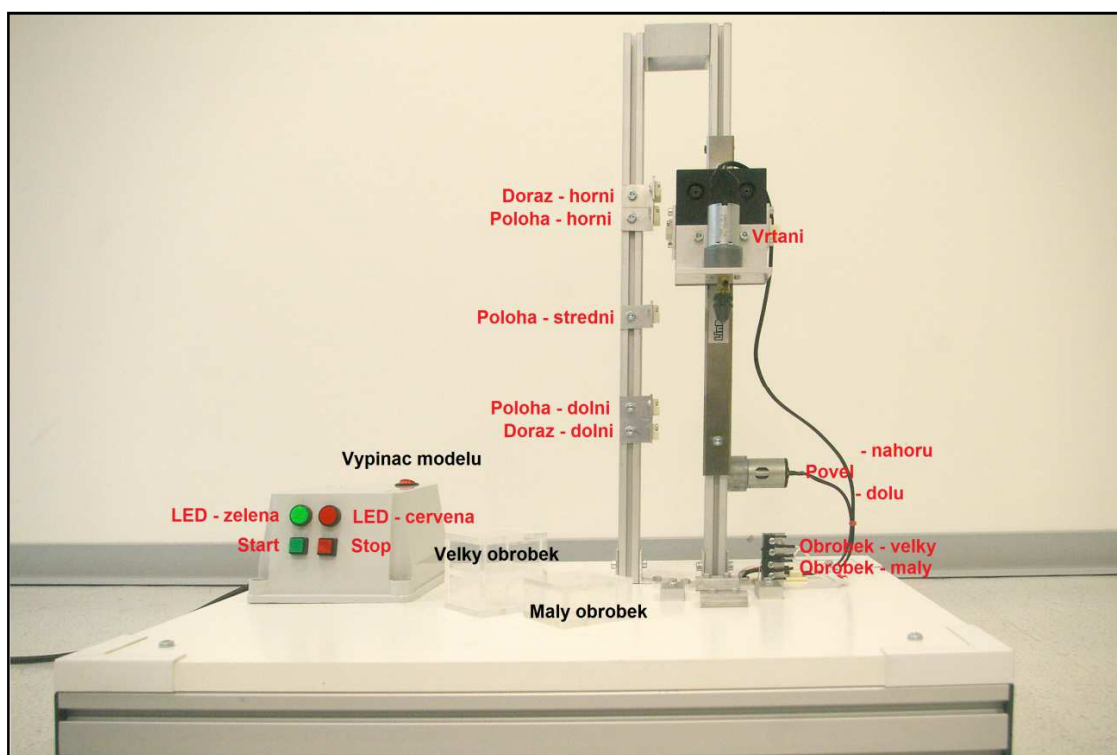
Po kompletním vyvrtání tří obrobků se model dostane do stavu nutného chlazení, ze kterého se dostane stlačením tlačítek *Start* a *Stop* po dobu 3 sekund. Následně se dají na modelu vyvrtat další tři obrobky.

Vrtání se dá v jakýkoliv okamžik zastavit tlačítkem *Stop*, po zastavení se stisknutím tlačítka *Start* vrtačka přesune do výchozí polohy. Tlačítkem *Stop* se nedá dostat ze stavu nutného chlazení.

V případě aktivního vrtání a čekání na další povel/cyklus svítí *LED - zelená* a v případě že čekání na další povel/cyklu je delší jak 5 sekund začne *LED - zelená* blikat s periodou blikání 0,5 sekundy. V případě zastavení modelu tlačítkem *Stop* se rožne *LED - červená* a v případě, že se model nachází ve stavu nutného chlazení *LED - červená* bliká se stejnou periodou jako zelená. *Pozn.: Pro blikání LEDek zkuste využít organizačního bloku OB35.*

Výzva: Zaimplementujte do programu funkci, která bude počítat celkový počet vyvrtaných obrobků, počet vyvrtaných obrobku zobrazte pomocí VAT tabulky. Celkový počet vyvrtaných obrobků se bude moct dát resetovat při zastaveném činnosti modelu stisknutím tlačítka *Stop* na 2 sekundy.

Důležité: Po ukončení práce na modelu nahrajte program pro resetování modelu (vypnutí obou LED kontrolkek) a vypněte model vypínačem *Vypinac modelu* umístěným na ovládacím panelu.



Obrázek 4.1: Laboratorní model vrtačky s popisem

4.1.2 Seznam vstupů a výstupů:

Tabulka 4.1: Vrtačka - seznam vstupů

Adresa	Symbolický název
I 24.0	Obrobek - velky
I 24.2	Obrobek - maly
I 24.3	Doraz - horni
I 24.4	Poloha -dolni
I 24.5	Dotaz - dolni
I 24.6	Poloha - stredni
I 24.7	Start
I 25.0	Poloha - horni
I 25.1	Stop

Tabulka 4.2: Vrtačka - seznam výstupů

Adresa	Symbolický název
Q 40.0	Povel - nahoru
Q 40.2	Povel - dolu
Q 40.3	LED - cervena
Q 40.4	Vrtani
Q 40.5	LED - zelena

4.1.3 Vzorový protokol

Dílčí částí této bakalářské práce bylo také vytvoření vzorových protokolů na vytvořené programy, tedy celkem tři protokoly. Každý z těchto protokolů se nachází v příloženém CD, připravený na tisk nebo distribuci studentům.

Protokol obsahuje základní informace o studentovi, pracovní skupině, HW konfiguraci PLC, zvolených symbolických proměnných, domácí přípravě a samozřejmě i vyexportovaný celý program v přesně daném pořadí.

Jak už s předešlého odstavce plyne, v rámci vzorových protokolů jsem vytvořil i vzorovou hlavičku protokolu, u které doufám, že se ve výuce uchytí a začne se používat jako standart pro odevzdávání protokolů v rámci předmětu BPGA. Tato hlavička se také nachází v příloženém CD.

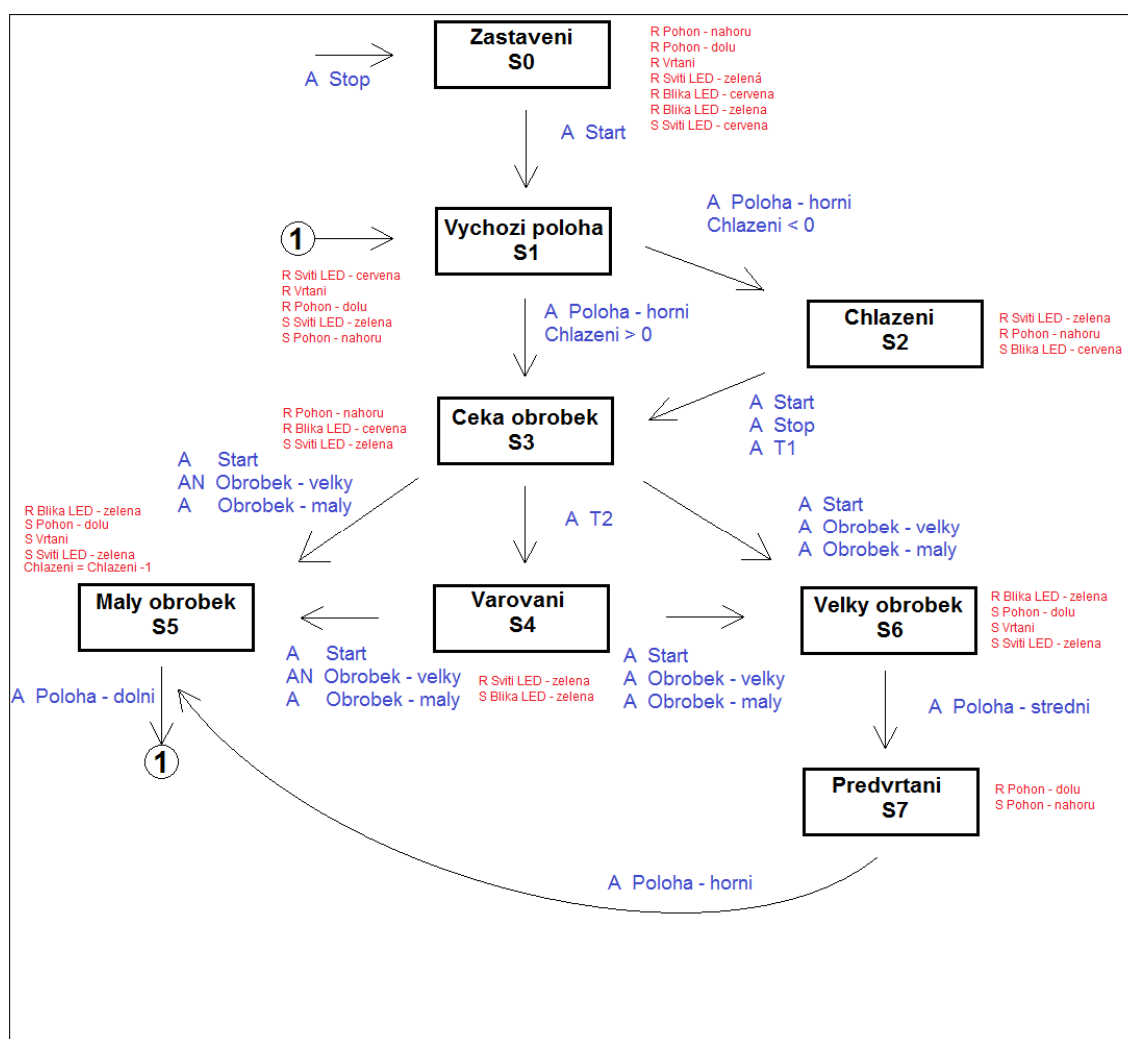
4.2 SW inovace úlohy

Algoritmus používaný na laboratorní úlohu Vrtačky je za ty roky pro lidi zajímavější o tuto problematiku všeobecně známí, proto se v této bakalářské práci zaměřím především na softwarové inovace tohoto algoritmu nebo zajímavosti, o kterých si myslím, že stojí za zmínku.

Celé programy jsou uvedeny v reportech z programu STEP7, které se nachází v příloženém CD.

4.2.1 Stavový automat

Pro vaši lepší orientaci v programu se můžete podívat do stavového automatu zobrazeného na obrázku (Obrázek 4.2), kde je patrné jak mnou naprogramované programy fungují. Tímto stavovým automatem jsem se řídil při programování ve všech třech jazycích.



Obrázek 4.2: Stavový automat

4.2.2 Symbolické proměnné

V rámci tvorby programů jsem si definoval různé pomocné symboly pro rychlejší programování a orientaci v programu. Většina těchto proměnných je datové typu BOOL, tedy dvoustavová proměnná. Ale najdou se zde i proměnné typu INT, které především určují počet obrobků v programu.

Daná symbolická tabulka zobrazená na obrázku (Obrázek 4.3) je vyňata z programu programovaného v jazyce LAD, symbolické tabulky ostatních programů se mohou nepatrně lišit. Ostatní symbolické tabulky můžete najít v příloženém CD ve vzorových protokolech.

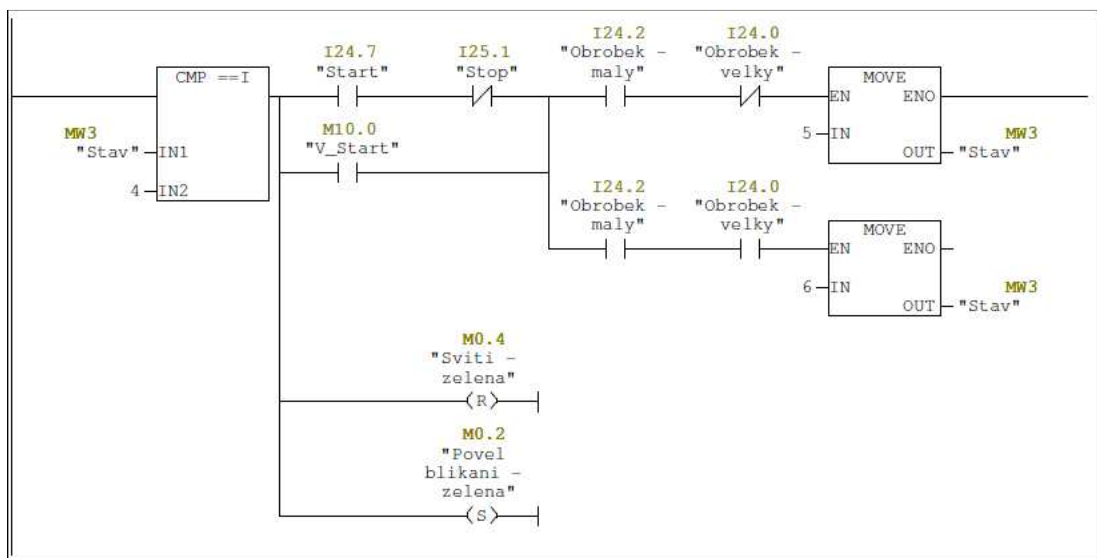
	Statu	Symbol	Adress	Data type	Comment
1		Obrobek - velký	I 24.0	BOOL	
2		Obrobek - malý	I 24.2	BOOL	
3		Doraz - horní	I 24.3	BOOL	
4		Poloha - dolní	I 24.4	BOOL	
5		Doraz - dolní	I 24.5	BOOL	
6		Poloha - střední	I 24.6	BOOL	
7		Start	I 24.7	BOOL	
8		Poloha - horní	I 25.0	BOOL	
9		Stop	I 25.1	BOOL	
1		Povel blikání - zel...	M 0.2	BOOL	
1		Povel blikání - ce...	M 0.3	BOOL	
1		Svíti - zelená	M 0.4	BOOL	
1		Svíti - červená	M 0.5	BOOL	
1		Blikání - zelená	M 0.6	BOOL	
1		Blikání - červená	M 0.7	BOOL	
1		V_Start	M 10.0	BOOL	
1		V_Stop	M 10.1	BOOL	
1		V_Chlazení	M 10.2	BOOL	
1		V_Reset	M 10.3	BOOL	
2		V_Vrtání	M 10.4	BOOL	
2		V_Poloha - horní	M 10.5	BOOL	
2		V_Poloha - střední	M 10.6	BOOL	
2		V_Poloha - dolní	M 10.7	BOOL	
2		Stav	MW 3	INT	
2		Chlazení	MW 5	INT	
2		Pocet	MW 7	INT	
2		CYC_INT5	OB 35	OB 35	Cyclic Interrupt 5
2		COMPLETE REST...	OB 100	OB 100	Complete Restart
2		Povel - nahoru	Q 40.0	BOOL	
3		Povel - dolu	Q 40.2	BOOL	
3		LED - červená	Q 40.3	BOOL	
3		Vrtání	Q 40.4	BOOL	
3		LED - zelená	Q 40.5	BOOL	
3		VAT_1	VAT 1		
3					

Obrázek 4.3: Symbolická tabulka programu v LAD

4.2.3 Programové inovace

4.2.3.1 Stav S4 "Varovani"

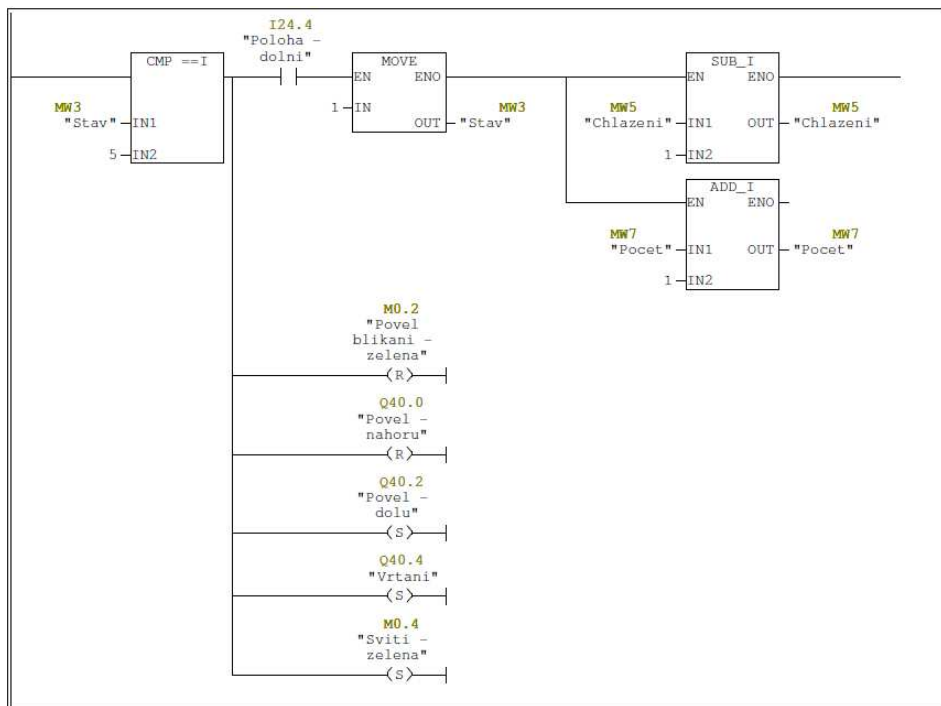
36



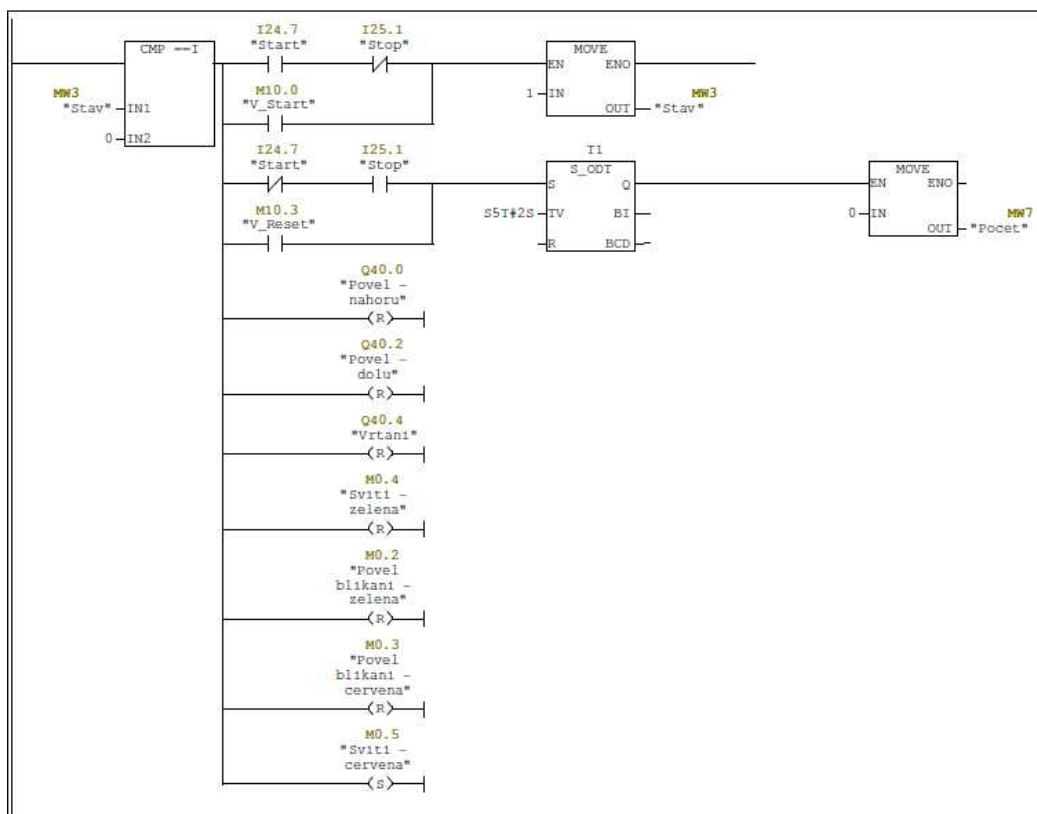
Obrázek 4.5: Stav S4 - Varování

4.2.3.2 Podprogram pro počet obrobků

Dosavadní jediný požadavek v programu byl hlídat počet tří vyvrtaných obrobků, kde se po jejich vyvrtání uživatel dostane do stavu S2 *Chlazení*, proto jsem do zadání přidal požadavek na vytvoření podprogramu, který mi bude inkrementovat počet vyvrtaných výrobků. V mých programech k tomuto dochází ve stavu S5 *Maly obrobek*. Tento počet obrobků se dá pak vy resetovat ve stavu S0 *Zastavení* držením tlačítka *Stop* na 2 sekundy. Začlenění tohoto podprogramu můžeme vidět na obrázcích (Obrázek 4.6) a (Obrázek 4.7).



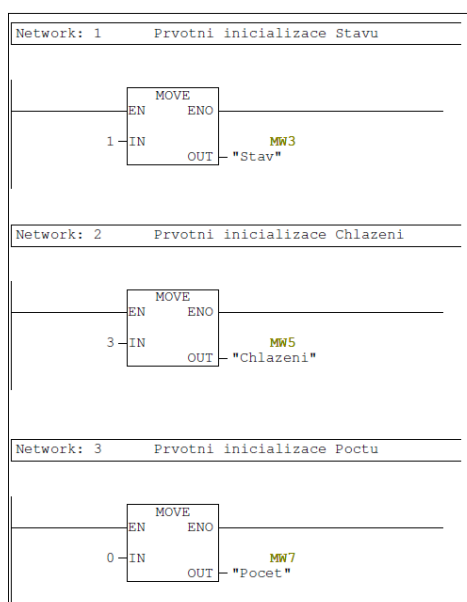
Obrázek 4.6: Stav S5 - Maly obrobek



Obrázek 4.7: Stav S0 - Zastavení

4.2.3.3 Využití programem vytvořených OB bloků

Na obrázku (Obrázek 4.8) můžeme vidět využití organizačního bloku OB100 pro první spuštění programu v PLC. Tuto část zadání jsem přidal, aby studenti samovolně navedli na jeho použití. V mém programu slouží k ustálení se na stavu S1 *Vychodi poloha* a prvotní inicializaci proměnných.



Obrázek 4.8: Programová část bloku OB100

Network: 1 Blikani LED zelena

M0.2
"Povel
blikani -
zelena"

M0.6
"Blikani -
zelena"

M0.6
"Blikani -
zelena"

Network: 2 Blikani LED cervena

M0.3
"Povel
blikani -
cervena"

M0.7
"Blikani -
cervena"

M0.7
"Blikani -
cervena"

Network: 3 Pohyb vrtaku

Q40.4
"Vrtani"

M10.4
"V_Vrtani"

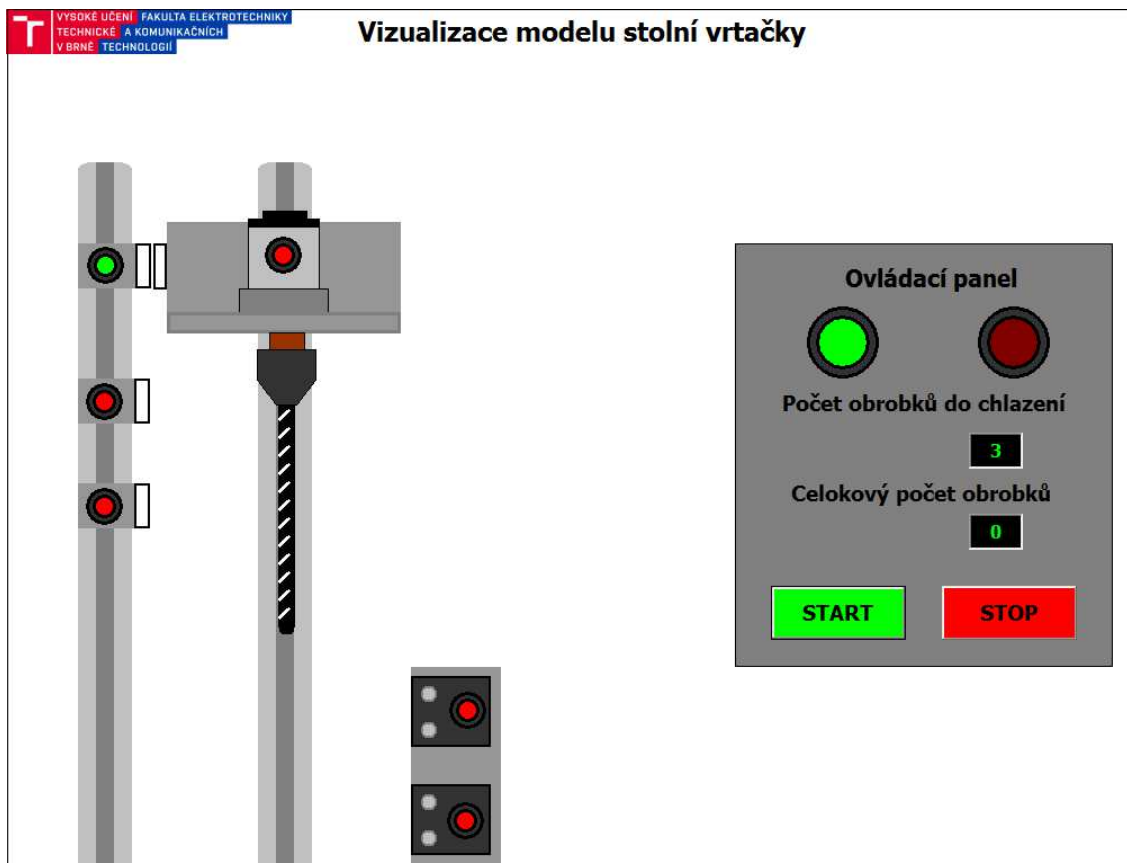
M10.4
"V_Vrtani"

	Name ▲	Connection	Data type	Symbol	Address	Array elements	Acquisition cycle
	Chlazení	Connection_1	Int	<Undefined>	MW 5	1	100 ms
	LED - červená	Connection_1	Bool	<Undefined>	Q 40.3	1	100 ms
	LED - zelená	Connection_1	Bool	<Undefined>	Q 40.5	1	100 ms
	Obrobek - malý	Connection_1	Bool	<Undefined>	I 24.2	1	100 ms
	Obrobek - velký	Connection_1	Bool	<Undefined>	I 24.0	1	100 ms
	Pocet	Connection_1	Int	<Undefined>	MW 7	1	100 ms
	Poloha - dolní	Connection_1	Bool	<Undefined>	I 24.4	1	100 ms
	Poloha - horní	Connection_1	Bool	<Undefined>	I 25.0	1	100 ms
	Poloha - střední	Connection_1	Bool	<Undefined>	I 24.6	1	100 ms
	Sviti - červená	Connection_1	Bool	<Undefined>	M 0.5	1	100 ms
	V_Chlazení	Connection_1	Bool	<Undefined>	M 10.2	1	100 ms
	V_Poloha - dolní	Connection_1	Bool	<Undefined>	M 10.7	1	100 ms
	V_Poloha - horní	Connection_1	Bool	<Undefined>	M 10.5	1	100 ms
	V_Poloha - str...	Connection_1	Bool	<Undefined>	M 10.6	1	100 ms
	V_Reset	Connection_1	Bool	<Undefined>	M 10.3	1	100 ms
	V_Start	Connection_1	Bool	<Undefined>	M 10.0	1	100 ms
	V_Stop	Connection_1	Bool	<Undefined>	M 10.1	1	100 ms
	V_Vrtání	Connection_1	Bool	<Undefined>	M 10.4	1	100 ms
	Vrtání	Connection_1	Bool	<Undefined>	M 10.5	1	100 ms

Obrázek 4.10: Tabulka tagů k vizualizaci

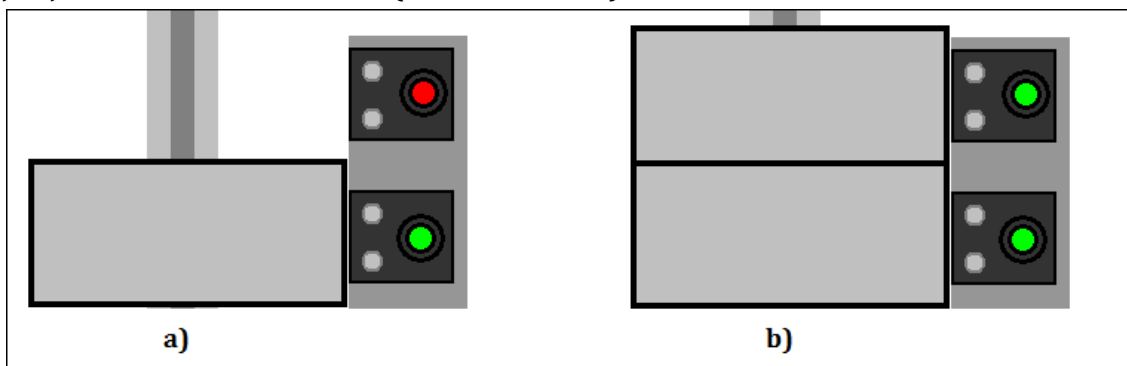
4.3.2 Popis vizualizace

Celou vizualizaci je možné vidět na obrázku (Obrázek 4.11), kde v levé části vizualizace je model vrtačky. Celá vrtačka je ztvárněná pomocí dvou velkých profilů a jednoho malého profilu. Na jednom z velkých profilů jsou umístěny čidla polohy, které jsou znázorněny tmavší barvou a indikátorem sepnutí. Tento indikátor je v případě sepnutého stavu zelený v opačném případě červený. Na druhém velkém profilu se pohybuje vrtací soustava, která nám také zobrazuje aktuální polohu vrtací soustavy v modelu, jelikož se poloha vrtací soustavy zjišťuje dvoustavově její pohyb působí trhaně. Pohyb vrtáku je indikován indikátorem na znázorněném motůrku, takže v případě zapnutého vrtání je indikátor zelený. Také začnou problikávat bílé značky na vrtáku, což indikuje jeho otáčení.



Obrázek 4.11: Vizualizace modelu stolní vrtačky

V levém dolním rohu se nachází třetí zmíněný profil, na kterém jsou umístěná čidla pro detekci obrobků. Chování vizualizace v případě že není přítomen žádný obrobek jde vidět na obrázku (Obrázek 4.11). v případě že do laboratorního modelu je vložen malý obrobek tak na vizualizaci se to zobrazí objevením malého šedého obrobku a zezelenáním příslušného indikátoru, jak je znázorněno na obrázku (Obrázek 4.12.a). Vložení velkého obrobku je znázorněno ve vizualizaci zobrazením většího obrobku než v prvním případě a zezelenáním obou indikátorů, jak je zobrazeno na obrázku (Obrázek 4.12.b).



Obrázek 4.12: Indikace obrobků vizualizace

V pravé části vizualizace modelu se nachází Ovládací panel vizualizace. Při pohledu na Ovládací panel můžeme vidět dva velké indikátory, které nám simulují

kontrolky na reálném laboratorním modelu, také si můžeme všimnout numerického indikátoru počtu obrobků do chlazení a celkového počtu obrobků. Ovládací panel se v rámci činnosti modelu vizualizace může dostat do třech různých stavů. První z těchto stavů znázorněný na obrázku (Obrázek 4.13.a), tento stav je ve vizualizaci zobrazen, když model vrtá obrobek nebo čeká na zmáčknutí tlačítka START. Stav zobrazený na obrázku (Obrázek 4.13.b) se aktivuje po vyvrtání tří obrobků a do stavu a) se dá navrátit jedině když se stiskne tlačítko CHLAZENI po dobu 3 sekund. Poslední stav na obrázku (Obrázek 4.13.c) je ve vizualizaci zobrazen při zastaveném modelu tlačítkem STOP, důležitou věcí při tomto stavu je že se dá vynulovat numerický indikátor celkového počtu obrobku a to tím že se po dobu 2 sekund zmáčkne tlačítko RESET.



Obrázek 4.13: Náhled na ovládací panel vizualizace

5 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce byla hardwarová a softwarová inovace laboratorních modelů Vrtaček a pod vedením vedoucího práce jsem jednotlivé dílčí úkoly této práce splnil.

Jak už bylo v této bakalářské práci několikrát zmíněno, hlavním cílem byla hardwarová inovace přesněji renovace laboratorních modelů Vrtaček, tak aby se dali následně použít a otestovat ve výuce. K této renovaci se měla vytvořit i chybějící dokumentace elektrického zapojení v aplikaci EPLAN, ale po konzultaci s vedoucím jsme dokumentaci vytvořili v aplikaci EAGLE a to z toho důvodu že je pro širší veřejnost dostupnější.

Další částí této bakalářské práce bylo vytvoření nového zadání pro laboratorní skripta předmětu BPGA. Zadání jsem vytvořil úpravou jejich starší verze s vložením mých zkušeností z výrobního procesu. Také jsem se snažil nové zadání přesněji specifikovat, aby se předešlo případným nesrovnalostem.

V závislosti na nové zadání laboratorní úlohy, jsem měl vypracovat vzorové úlohy v prostředí STEP7. Zadání jsem vypracoval ve všech třech používaných jazycích v dané laboratoři, přesněji v LAD, STL a GRAPH. Následně jsem zadokumentoval vzorové programy do protokolů, které mají sloužit jako ukázka nově přichozím studentům, v jaké formě odevzdávat dokumentaci ke své práci.

Posledním úkolem bylo k danému laboratornímu modelu vytvořit vizualizaci pomocí aplikace WinCC flexible, což je starší verze aktuální verze v TIA portalu. Vizualizaci jsem ze zkušeností nabytých v předmětu Konstrukce elektronických zařízení, kde se daná látka okrajově probírala.

Literatura

- [1] PLC SIMATIC S7-300 [online], [cit. 2017-05-25]. Dostupné na URL:
<<http://www1.siemens.cz/ad/current/index.php?ctxnh=ee5ad951ae>>
- [2] Koziolek, J., Chromčák, L.: Logické systémy řízení [online]. c2007 [vit. 2017-05-25].
Dostupné na URL:
<<http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FEI/LSA/Logicke%20systemy%20rizeni.pdf>>
- [3] Modularita PLC SIMATIC S7-300 [online], [cit. 2017-05-25]. Dostupné na URL:
<<http://www1.siemens.cz/ad/current/index.php?vw=0&ctxnh=b1497fb312&ctxp=home>>
- [4] CAN 25 [online], [cit. 2017-05-25]. dostupné na URL:
<<http://www.bnoack.com/index.html?http&&www.bnoack.com/data/cables/DA88-pinout.html>>
- [5] Zdroj JS-30-240/DIN [online], [cit. 2017-05-25]. Dostupné na URL:
<<http://www.bke.cz/cs/produkty/js-30-xxx-din>>
- [6] MEDER MK471 [online], [cit. 2017-05-25]. Dostupné na URL:
<<https://standeelectronics.com/products/mk04-series-reed-sensor/>>
- [7] ZIPPY SM-05S [online], [cit. 2017-05-25]. Dostupné na URL:
<<https://www.gme.cz/mikrospinac-zippy-sm-05s-05a0-z>>
- [8] STEP7 [online], [cit. 2017-05-25]. Dostupné na URL:
<<http://www1.siemens.cz/ad/current/index.php?vw=0&ctxnh=3a01fb9720&ctxp=home>>
- [9] WinCC flexible [online], [cit. 2017-05-25]. Dostupné na URL:
<<http://www1.siemens.cz/ad/current/index.php?vw=0&ctxnh=b797d89395&ctxp=home>>
- [10] PEREJDOVÁ, G., STREITZIGOVÁ, A.: Návrhový systém EAGLE [online].
[vit. 2017-05-25]. Dostupné na URL:
<http://www.spsnmnv.sk/grafsystem/attachments/Popis_programu.pdf>

Seznam symbolů, veličin a zkratek

DIN35	-	Nosná lišta v elektrotechnice, sloužící k upevnění el. přístrojů
PLC	-	Programmable Logic Controller - programovatelný automat
EAGLE	-	Easily Applicable Graphical Layout Editor
DC	-	Direct Current
AC	-	Alternating Current
LED	-	Light-Emitting Diode
DI/DO	-	Digital Input/Digital Output
AI/AO	-	Analog Input/Analog Output
CPU	-	Central Processing Unit
V/V	-	Vstupně/Výstupní
MPI	-	Multi-Point Interface - systémové komunikační rozhraní
ERC	-	Elektrical Rule Chec
OB	-	Organization Blocks

Seznam příloh

A Obsah přiloženého CD

A Obsah přiloženého CD

- Elektrická verze bakalářské práce
- Programy z prostředí STEP7 (LAD, STL, GRAPH)
- Vizualizace přiložená k programu v jazyce LAD
- Nové zadání laboratorní úlohy pro implementaci do skript
- Dokumentace elektrického zapojení prostřednictvím programu EAGLE
- Obrázková dokumentace elektrického zapojení ve formě PNG
- Fotodokumentace laboratorního modelu ve formě JPG
- Vzorová hlavička protokolu
- Vzorové protokoly pro všechny programy